

Approved For Release STAT
2009/08/31 :
CIA-RDP88-00904R000100130

Dec

Approved For Release
2009/08/31 :
CIA-RDP88-00904R000100130



Вторая Международная конференция
Организации Объединенных Наций
по применению атомной энергии
в мирных целях

A/CONF.15/P/2309
URSS
ORIGINAL: RUSSIAN

Не подлежит оглашению до официального сообщения на Конференции

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ
ИЗОТОПОВ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВОПРОСОВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

С.В.Андреев, А.В.Воеводин, В.А.Молчанова, А.В.Хотянович

25/3

Защита растений от вредных организмов является важным мероприятием, способствующим повышению валового сбора урожая всех сельскохозяйственных культур. Прогресс в этой области, естественно, определяется разработкой теоретических основ борьбы с вредителями на основе глубокого знания их биологии. При решении этих задач необходимо применять новые методы исследования и в первую очередь радиоактивные изотопы, позволяющие вскрыть тонкие, интимные процессы при нормальной жизнедеятельности животных и растений, а также при воздействии на них повреждающих биологических агентов. В настоящем сообщении приводятся некоторые результаты наших исследований, проведенных во Всесоюзном институте защиты растений (Ленинград) с целью выявления возможностей применения изотопных методов в изучении актуальных вопросов защиты растений (интоксикация растений, токсикология насекомых и грызунов, условия эффективного применения гербицидов, изучение миграций и особенностей поведения массовых вредителей). Кроме авторов настоящего доклада, в работе принимали участие сотрудники Всесоюзного института защиты растений Б.К.Мартенс, Л.К.Стахорская, Л.Н. Логина и Г.М.Шкарлат.

При исследовании вопросов интоксикации растений и токсикологии насекомых нами применялись органические инсектициды типа паратиона, а также системные яды и гербициды, в молекулы которых при синтезе вводились радиоактивные изотопы фосфора P^{32} , серы S^{35} или углерода C^{14} . При изучении токсикологии грызунов использовался фосфид цинка, меченный или одним изотопом Zn^{65} , или P^{32} ,

25 YEAR RE-REVIEW

-2-

или одновременно обоими изотопами. Для массовой метки насекомых применялись радиоактивные изотопы фосфора P^{32} и кобальта Co^{60} . Определение содержания и распределения меченых препаратов в изучавшихся объектах производилось как с помощью общепринятой счетной методики, так и методики макро- и микроавтографии.

Использование в токсикологическом эксперименте радиоактивных изотопов позволило в кратковременных опытах исследовать динамику поступления и поведения в тканях растений, а также в органах насекомых ряда фосфорноорганических соединений контактного и внутрирастительного действия.

В плане этих исследований существенный интерес представляло изучение влияния различных условий выращивания растений на поступление и характер накопления в различных органах растения препаратов внутрирастительного действия. Использовались препараты, меченные главным образом по P^{32} . Так, например, в вегетационном опыте, направленном на выяснение влияния интенсивности освещения растений в процессе поступления токсиканта в листья хлопчатника, было установлено, что этот процесс наиболее активен у освещенных растений (рис.1).

Поступление меченых инсектицидов при корневой интоксикации растений, как оказалось, происходило главным образом в молодые листья (рис.2). Измерения радиоактивности показали, что поступление токсиканта в нижние более старые листья начинается раньше, чем в верхние, однако через некоторое время концентрация инсектицида в физиологически более активных молодых листьях начинает существенно превышать содержание его в старых листьях.

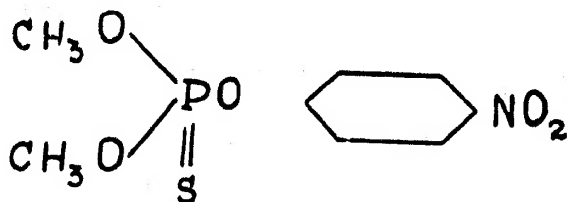
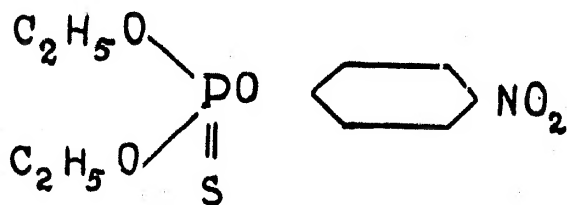
Радиоавтограф растения хлопчатника (рис.3) иллюстрирует распространение меченого токсиканта по растению при локальном нанесении препарата на один из листьев (более светлый). При этом оказалось, что соседние необработанные растения, находившиеся в одном вазоне с опытным, через некоторое время также приобретали радиоактивность.

Передача радиоактивности, сопровождавшаяся распространением токсичности в растении против тлей (*Aphididae*), наблюдалась также в опыте с водной культурой хлопчатника в случае контакта корневой системы необработанного растения с питательным раствором, в котором до этого находились корни обработанного растения.

При изучении контактных фосфорноорганических препаратов

-3-

паратиона и его метильного аналога -



не наблюдалось, однако, достаточно выраженной способности к передвижению при нанесении их на листья растений. Так, например, при нанесении на листья огурцов паратиона он не только не проникает в плоды, но даже не распространяется из обработанной части листа в необработанную, что иллюстрируется радиоавтографом листа огурца (рис.4). Эти наблюдения подтверждают результаты, полученные ранее другими авторами (Гар, Кипиани, 1955).

Применяя меченый паратион и его метильный аналог, мы исследовали влияние ряда факторов на скорость гидролиза этих препаратов в тканях растений (препарат вводился в листья или корни целого растения с помощью метода вакуум-инфильтрации). Было исследовано, в частности, последствие низких температур на скорость распада паратиона в опытных растениях. При выдерживании проростков пшеницы в течение 24 часов при 0° с последующей инфильтрацией препарата в проростки было установлено, что в опытных растениях скорость гидролиза повышалась вдвое по сравнению с контрольными растениями.

Найдено также, что гидролиз препаратов в листьях пшеницы, пелларгонии, хлопчатника происходит быстрее, чем в корнях, и увеличивается с возрастом растения или отдельных его органов.

Полученные нами данные о большей скорости распада паратиона в старых листьях согласуются с результатами работ Крессмана с сотрудниками (Cressman, 1955) и Бобба (Bobb, 1954).

С помощью меченых атомов исследовалась также зависимость поступления паратиона в растения и скорости его гидролиза от режима фосфорного питания растений. Так, в опыте с пшеницей оказа-

-4-

лось, что исключение фосфора из питательного раствора Кнупа приводит к накоплению паратиона в корнях растений; передвижение препарата в листья оказывается при этом более слабым. Установлено также, что степень гидролиза токсиканта в корнях и листьях растений, выращенных на полном питательном растворе, выше, чем у растений, испытывающих фосфорное голодание. В обоих случаях в листья поступает уже сильно гидролизированный препарат (около 75%), тогда как в корнях сохраняется в основном негидролизированный паратион.

В целях дальнейшего изучения условий и продуктов гидролиза паратиона и его метильного аналога нами была испытана и применена методика радиохроматографического разделения этих препаратов и продуктов их гидролиза как *in vitro* так и *in vivo*. Приведена радиохроматограмма паратиона (рис.5), инфильтрированного в растение после его частичного гидролиза. Таким образом оказалось возможным обнаружение и идентификация продуктов распада фосфорорганических инсектицидов при гидролизе их в растениях. Измерение радиоактивности соответствующих пятен на хроматограмме позволяет также количественно определять степень гидролиза.

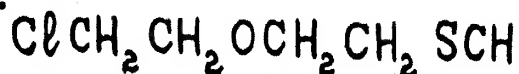
Использование меченых фосфорноорганических инсектицидов в значительной мере облегчило задачу по исследованию механизма и причин распада препаратов в растениях. Варьируя применение различных физических и химических приемов воздействия на растение (активирование и ингибирование соответствующих биокаталитических систем растения), удалось установить, что первая стадия распада паратиона, по-видимому, сводится к изомеризации исходного препарата с образованием изомеров, обладающих антихолинэстеразной активностью; существенное место в этом процессе принадлежит окислительным ферментам. В дальнейшем происходит собственно расщепление препарата, обусловливаемое деятельностью растительных эстераз.

Разработка наиболее эффективных способов применения инсектицидов требует выяснения механизма их действия на вредных насекомых. Первым этапом в решении этой задачи должно быть исследование путей проникновения ядов и продуктов их разложения в организмы вредителей и их распределение в различных органах и тканях (рис.4,5).

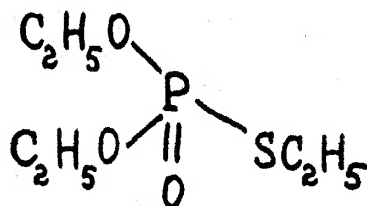
Использование метода радиоактивных изотопов в значительной мере облегчает исследование указанных задач. Нами изучались

-5-

скорость проникновения инсектицидов в организм насекомых, динамика препаратов в организме, а также локализация препаратов в отдельных органах и тканях. Для этой цели были использованы роданорганический инсектицид, контактного действия, меченный по S^{35} , а также фосфорорганический препарат кишечного действия, меченный по P^{32} .



(1)



(2)

Объектом исследования была азиатская саранча (*Locusta migratoria* L.), относительно большие размеры которой позволяли без особенного труда выделять отдельные органы и ткани для определения содержания проникших в них ядов.

Опыты проводились с летальными дозами обоих исследовавшихся ядов. Опытные насекомые вскрывались через 15, 30, 45, 60 минут и через 1 сутки после обработки их ядохимикатами.

При нанесении меченого препарата контактного действия на кутикулу выяснилось, что инсектицид уже через 15 минут попадает в гемолимфу, после чего разносится по организму насекомого.

Через 45 минут радиоактивный препарат был обнаружен в переднем участке задней кишки и отсутствовал в передних отделах пищеварительной системы. По-видимому, этот факт находится в связи с деятельностью выделительной системы мальпигиевых сосудов, освобождающей организм от конечных продуктов обмена веществ, вместе с которыми, вероятно, выводится токсикант или продукты его разложения.

Через 60 минут радиоактивность обнаруживалась уже во всех органах, но к этому времени, так же как и через сутки, преимущественная локализация радиоактивности наблюдалась в гемолимфе, сердце и на нервной цепочке.

При введении кишечного инсектицида POH OS через 15 минут радиоактивность была обнаружена в гемолимфе, сердечно-сосудистой системе и в верхних отделах пищеварительного канала,

-6-

причем в это время концентрация токсиканта в зобе была выше, чем в нижележащих отделах.

Последующие наблюдения за радиоактивностью выявили наличие токсиканта через 30 минут в I и II участках задней кишки и в нервной цепочке, через 45 минут - во всех органах, за исключением мышц бедра, головного ганглия и III участка задней кишки, а через 60 минут - также и в головном ганглии и мышцах бедра.

Через 1 сутки наблюдалось широкое распространение токсиканта во всем организме при преимущественной локализации его в отдельных органах (зоб, пищеварительный желудок, задняя кишка).

Приведенная микрорадиоавтография (рис.6) иллюстрирует поступление фосфорорганического инсектицида вместе с током гемолимфы в мышечную ткань бедра азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.).

В практике борьбы с грызунами в настоящее время широко применяется в качестве яда фосфид цинка (Zn_3P_2). Считается установленным, что фосфид цинка под действием содержащихся в желудке кислот разлагается с образованием фосфористого водорода (PH_3), проникающего в кровь и вызывающего отравление. Однако судьба фосфористого водорода в организме и механизм его действия не выяснены.

Нами были проведены опыты с применением фосфида цинка, меченного либо только P^{32} , либо одновременно P^{32} и Zn^{65} , для выяснения динамики распространения в организме фосфора и цинка, локализации их в отдельных органах и участия различных отделов пищеварительного тракта в разложении фосфида цинка и образовании фосфористого водорода.

Опыты проводились на серых крысах (*Rattus norvegicus* Berk), которым фосфид цинка вводился в летальной дозе из расчета 8 мг на 200 г живого веса *per os* (в чистом виде), подкожно (в смеси с водой) или *per rectum* (в смеси с водой).

После вскрытия подопытных животных для определения активности P^{32} были взяты: 1) кровь из аорты; 2) кровь из печени; 3) печень; 4) селезенка; 5) почки; 6) легкое; 7) мышцы бедра; 8) кости; 9) кора больших полушарий; 10) продолговатый мозг. Кроме того, определялась активность P^{32} в пробах содержимого желудка тонких и толстых кишок.

В крови, печени и переднем отделе тонких кишок уже через

-7-

15 минут после введения *per os* летальной дозы фосфида цинка было обнаружено присутствие радиоактивного фосфора. Через 30 минут P^{32} обнаруживался и в заднем отделе тонких кишок, а также в селезенке, почках и легких. Количество его в крови и печени к этому времени значительно возросло. При этом концентрация P^{32} в содержимом желудка падала в связи с разложением фосфида цинка и эвакуацией пищи и яда в кишечник.

Через 1 час после введения фосфида цинка P^{32} уже широко распространился по организму и не обнаруживался только в мозгу, костях и мышцах. К этому времени слабая радиоактивность появлялась в моче, что указывает на начало выделения яда или продуктов его разложения через почки.

При наступлении летального эффекта (через 6-8 часов) P^{32} обнаруживался во всех органах и тканях. К этому времени концентрация радиофосфора в желудке и кишечнике значительно снижалась, однако оставалась большей, чем в каких-либо других органах. Следует отметить значительное скопление P^{32} в печени.

У отравленных фосфидом цинка животных часто наблюдается вздутие желудка и передних отделов кишечника. Чтобы убедиться в природе газов, образующих вздутие, проба газа пропускалась через раствор азотнокислого серебра, что вызывало интенсивное побурение раствора. Образовавшийся бурый осадок оказался радиоактивным и, следовательно, содержал P^{32} , что подтверждает присутствие фосфористого водорода в исследованных газах.

Следует отметить, что к моменту наступления смерти в продолговатом мозгу грызунов накапливаются заметные количества радиофосфора. К этому времени мы наблюдаем нарушение функций дыхания (прерывистое дыхание), в связи с чем можно предположить, что токсикант вызывает нарушение деятельности дыхательного центра и это ведет к гибели грызуна.

С целью выяснения вопроса о том, является ли желудок единственным местом, где образуется фосфористый водород, нами были поставлены опыты с введением фосфида цинка в организм крыс *per rectum*. Препарат вводился в тех же дозах, что и при введении *per os*.

Опыт показал, что через 24 часа после введения препарата радиоактивность обнаруживается не только в толстом кишечнике, но и в артериальной крови, в печени и почках. Это свидетельствует

-8-

о том, что образование PH_3 из фосфида цинка может происходить в толстых кишках. Однако летального эффекта при этом не наступало, что может быть связано с дефекацией и недостаточной интенсивностью разложения фосфида цинка в преимущественно щелочной среде соответствующих отделов кишечника.

Аналогичные опыты с подкожным введением фосфида цинка (в смеси с водой) показали, что через 24 часа после введения препарата радиоактивность отмечается только в зоне инфекции, а в других органах не обнаруживается и что, следовательно, в этом случае разложения фосфида цинка с образованием подвижных токсических веществ не происходит.

Для отдельного наблюдения над передвижением в организме животных соединений фосфора и цинка, образующихся при разложении Zn_3P_2 нами был синтезирован фосфид цинка с двойной меткой изотопами P^{32} и Zn^{65} . Этот препарат вводили крысам в сублетальных и летальных дозах, а также с превышением летальных доз в 2, 3 и 4 раза. Распределение P^{32} в различных тканях животных оказалось аналогичным тому, что наблюдалось в предыдущей серии опытов. Изотоп Zn^{65} также распространялся по всем изучавшимся органам. Однако соотношение между содержанием P^{32} и Zn^{65} в разных тканях было различным. Это свидетельствует о том, что фосфор и цинк по-разному включаются в процессы метаболизма животного (рис. 6).

При изучении вопросов, связанных с разработкой наиболее эффективных способов применения гербицидов, нами использовался меченный по углероду гербицид 2,4-Д. В ряде опытов было показано, что добавление поверхностноактивных веществ к раствору 2,4-Д при избыточных дозах последнего, в противоположность обычным представлениям, не только не повышает эффективность действия гербицида, но даже снижает ее. Полевые эксперименты со смачиванием листьев меченным по углероду 2,4-Д показали, что это явление связано с более медленным распространением гербицида по тканям растения в варианте с введением поверхностноактивного вещества, в качестве которого добавлялся смачиватель ОП-7 (соединение типа полиэтиленгликольалкилфениловых эфиров общей формулы $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-(CH}_2\text{CH}_2\text{O)-CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$). В частности, в растениях *acetosella* L. (щавель малый), *Plantago media* L. (подорожник средний), *Fragaria vesca* L. (земляника полевая) активность 50 мг сухо-

25/5

-9-

го вещества корней оказалась равной в варианте без добавления смачивателя соответственно 465, 89 и 288 импульсов в минуту, а в варианте с добавкой смачивателя 175, 78 и 173 импульса в минуту.

Наблюдения показали, что причиной ухудшения транслокации 2,4-Д было местное протоплазматическое действие на клетки листьев, вызванное быстрым проникновением гербицида через кутикулу и эпидермис под воздействием ОП-7. Если исключить влияние указанных барьеров путем инфекции раствора 2,4-Д непосредственно в стебли растений, то, как показали опыты с картофелем (*Solanum tuberosum* L.), проникновение гербицида в корни происходит одинаково как со смачивателем, так и без него. При этом методе введения 2,4-Д местное накопление больших количеств гербицида и вызванное им протоплазматическое действие имеют место независимо от смачивателя, в результате чего проникновение гербицида в корни было в обоих вариантах незначительным. Количество импульсов в минуту на 100 мг сухого вещества корней составило без ОП-7 и с ним соответственно через 1 сутки 0 и 0, через 3 суток - 4 и 4, через 5 суток - 10 и 20. При нанесении того же количества раствора на листья наблюдалось значительно лучшее проникновение гербицида в корни; в варианте без смачивателя через 1, 3 и 5 суток здесь было зарегистрировано соответственно 34, 38 и 52 импульса в минуту на 50 мг сухого вещества корней. При этом, ввиду сравнительной устойчивости картофеля к 2,4-Д, применявшаяся доза не была избыточной и местного протоплазматического действия при нанесении раствора на листья не наблюдалось как в варианте без ОП-7, так и в его присутствии. Поэтому добавление смачивателя вызвало здесь тенденцию к увеличению проникновения гербицида в корни, которая еще резче проявилась при нанесении 2,4-Д на листья картофеля в водной фазе 1%-ной эмульсии дизельного масла с ОП-7 в качестве эмульгатора; здесь количество импульсов на 50 мг сухого веса корней составило через 1, 3 и 5 суток соответственно 54, 66 и 152.

Опыты были спланированы таким образом, что в одной серии устанавливалась реакция растений на обычную (немеченую) соль 2,4-Д, а в другой серии с помощью меченой 2,4-Д изучалось проникновение и распространение 2,4-Д по растению.

Изучение проникновения и распространения 2,4-Д в растении с помощью меченых атомов имеет значение не только для технического применения гербицидов, но и для познания природы видовой устойчи-

-10-

вости растений к 2,4-Д. Однако в наших опытах с нанесением капель раствора на листья (10 капель по 0,3 мл 0,8%-ного раствора на растение) обнаружилось, что степень поглощения растениями 2,4-Д не коррелирует с их чувствительностью к этому гербициду. Так, число импульсов на 50 мг сухого веса через трое суток после обработки в листьях и корнях соответственно было для *Triticum aestivum* L. (пшеница) - 67 и 19, *Chenopodium album* L. (марь белая) - 193 и 47, *Polygonum convolvulus* L. (гречишка вьюнковая) - 257 и 56, *Sinapis arvensis* L. (горчица полевая) - 495 и 104 *Barbarea vulgaris* (R.) Br. (сурепка обыкновенная) - 458 и 98, *Stellaria media* Cyr. (звездчатка средняя) - 688 и 337. Мы видим, что из двух наиболее устойчивых растений - а именно пшеницы и звездчатки - первая поглощает наименьшее, вторая наибольшее количество 2,4-Д. Многолетник сурепка обыкновенная и однолетник горчица полевая поглощают одинаковые количества гербицида, хотя последний сорняк легко уничтожается средними дозами 2,4-Д (0,5-0,7 кг/га), тогда как сурепка обыкновенная в один год не уничтожается даже такой дозой 2,4-Д, как 1,5 кг/га.

В сложной цепи исследований биологии вредных насекомых значительные трудности представляет изучение поведения насекомых: миграции в связи с их физиологическим состоянием, обнаружение их резерваций и т.д. Выяснение этих вопросов необходимо для разработки рациональных методов борьбы с вредителями. Большие возможности здесь может дать метод метки насекомых радиоактивными элементами, применявшийся, например, для изучения миграции мух и комаров (рис. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).

Нами этот метод был применен для изучения миграций вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.), являющейся опасным вредителем зерновых культур. Работа проводилась в условиях Ставропольского края РСФСР, причем в течение 1956-1957 гг. с этой целью было маркировано около 1,5 миллиона личинок и взрослых клопов черепашки.

Взрослые насекомые метились путем погружения их в раствор хлористого Co^{60} , причем для уменьшения поверхностного натяжения раствора и лучшего смачивания черепашки в него вводилось некоторое количество смачивателя ОП-7. Предварительными опытами было установлено, что в этих условиях на теле насекомых остается около

-11-

0,03 мл радиоактивного раствора, что в условиях наших опытов (активность 0,5 кюри в 40 л раствора) соответствовало активности 0,37 мккюри. При этой активности доза облучения, полученная насекомыми за 8 месяцев (с момента выпуска меченых насекомых в августе до вылета их на поля в апреле), составит примерно 720 з, тогда как летальная доза для черепашки колеблется от 40 000 до 100 000 з. Вместе с тем, нанесенная на тело насекомого активность обеспечивает достаточно высокие показания счетчика (до нескольких тысяч импульсов в минуту), что позволяет с помощью полевого радиометра легко обнаруживать меченых клопов под листвой, под комьями земли и т.п.

По отношению к личинкам первых трех возрастов метод маркировки, основанный на погружении насекомых в радиоактивные растворы, оказался малопригодным. Поэтому молодые личинки метились путем питания их всходами пшеницы, выращенной на фосфорном удобрении, меченном P^{32} .

Меченая черепашка выпускалась на посевах или в лесу и с помощью полевых радиометров обнаруживалась на разных расстояниях от места их выпуска. Нами была разработана для этих целей специальная конструкция полевого радиометра, положенная впоследствии в основу выпущенного в серийное производство прибора ИМА-1. Следует отметить, что попытки маркировки черепашки путем их окрашивания оказались бесплодными, ввиду трудности последующего нахождения насекомых.

В других случаях производился массовый сбор черепашки с отдельных участков, после чего в лаборатории определялось количество меченых и немеченых насекомых. Показаны некоторые рабочие моменты маркировки насекомых и сбора меченой черепашки на поле и в лесу (рис.7-9).

Наблюдения над мечеными личинками старших возрастов черепашки, выпущенными по стерне, показали, что личинки передвигаются преимущественно в том направлении, в котором находится нескошенная или скошенная, но не убранная в валки пшеница. Результаты одного из таких опытов, в котором было собрано 1244 из 3600 выпущенных меченых личинок, представлены на рис.10. В другом опыте меченые личинки были выпущены по стерне, находившейся между участком скошенной и собранной в валки пшеницы и нескошенным участком. Здесь миграция личинок шла преимущественно в направлении

-12-

нескошенного участка, где уже через сутки меченные личинки были обнаружены в значительных количествах (рис.11) на расстоянии 20 м от места их выпуска; в сторону пшеницы, убранной в валки, передвигалось значительно меньшее количество насекомых. Аналогичные результаты были получены также и в опыте, где выпускались личинки преимущественно пятого возраста. На расстоянии 10 м от места выпуска личинок находился участок скошенной пшеницы в валках, а на расстоянии 65-100 м - участок нескошенной пшеницы. Через сутки после выпуска количество меченых насекомых составило на участке нескошенной пшеницы 120 штук, а на участке, где пшеница находилась в валках - 50 штук на 1 м².

Опыты с взрослыми насекомыми проводились с целью выявления направлений перелета черепашки на зимовку, мест их резервации и распространения их после зимовки. В августе 1956 г., через месяц после выпуска меченых насекомых в поле (25 тысяч личинок старших возрастов), был произведен сбор и учет вредной черепашки на различных участках леса.

Всего было найдено 289 экземпляров меченых насекомых, причем наибольшие их количества (225 экземпляров) было обнаружено в лесном массиве, расположенном на расстоянии 0,5-3 км на запад от места выпуска. Однако значительное число насекомых преодолеvalo расстояние 10-12 км в восточном направлении, концентрируясь на более удаленном лесном массиве; здесь было найдено 60 экземпляров меченых насекомых. Вместе с тем, миграция насекомых в молодые лесополосы практически отсутствовала: четыре экземпляра меченых насекомых были обнаружены, только в одной из 12 обследованных лесополос, расположенной наиболее близко к месту выпуска (2 км к северо-востоку).

Для выяснения поведения вредной черепашки после перелета ее в лес в августе на одном из участков леса было выпущено 220 тысяч радиоактивных насекомых. Уже через сутки меченные насекомые обнаруживались на расстоянии 1 км от места выпуска. Через 5 суток с помощью радиометрических приборов были произведены поиски меченых насекомых; всего было собрано 18 тысяч экземпляров (8,2% от общего числа выпущенных насекомых), распространившихся по лесу на различные расстояния. Таким образом оказалось, что в первые дни после перелета в лес насекомые продолжают интенсивно передвигаться, по-видимому, в поисках наиболее благоприятных

-13-

мест для зимовки. Физиологическое состояние клопов по жировому показателю в это время характеризовалось содержанием жира у самок 41,2%, у самцов 38,2% к сухому весу. Интересно отметить, что в этом опыте одновременно с радиомаркированными насекомыми было выпущено 100 тысяч крапчатых экземпляров насекомых, однако при последующих сборах ни одного из них обнаружить не удалось.

Месяцем позже, в сентябре 1956 г., при метеорологических условиях, близких к условиям предыдущего опыта, аналогичный опыт был произведен на другом участке леса, причем было выпущено 320 тысяч меченых насекомых. Через 5 дней было собрано 96,9% меченых насекомых (310 тысяч экземпляров), из которых 93,7% находились в месте выпуска и 3,1% на расстояниях, не превышавших 100 метров от места выпуска. Таким образом, в сентябре подвижность насекомых в лесу резко падает. Физиологическое состояние клопов по жировому показателю в сентябре месяце характеризовалось содержанием жира у самок 37,6%, у самцов 33,1% к сухому весу.

Как видно, подвижность насекомых в лесу связана с их физиологическим состоянием, характеризуемым жировым показателем.

В августе месяце при высоком содержании жира клоп активно разлетался на расстояние 0,5 - 1 км в сутки, в сентябре при меньшем запасе жира клоп передвигался только на незначительные расстояния.

Наблюдения за радиомаркированной черепашкой, выпущенной в лесу осенью 1956 г. в количестве 200 тысяч экземпляров, были продолжены в апреле 1957 г. Сбор насекомых проводился 17-19 апреля на участках полей, расположенных на расстоянии 1,10 и 15 км от леса (место выпуска меченых насекомых), причем всего было найдено 263 меченых насекомых. Вылетающая из леса вредная черепашка концентрировалась главным образом на полях, расположенных в непосредственной близости (1-2 км) от места зимовки, хотя некоторое количество насекомых, судя по содержанию в них жира, физиологически более активных распространилось на большее расстояние (до 15 км).

Таким образом, с помощью примененного нами метода радиомаркировки вредной черепашки разных возрастов оказалось возможным определить пути преимущественной миграции насекомых и места их резерваций и скоплений, что позволит повысить эффективность истребительных мероприятий, а также давать более точные прогнозы появле-

-14-

ния и распространения вредителей.

З а к л ю ч е н и е

Проведенные исследования и полученные некоторые новые данные свидетельствуют о широких возможностях эффективного применения изотопных методов исследования в целях изучения условий и характера действия инсектицидов, гербицидов и зооцидов, а также особенностей миграции и поведения вредителей. Эти работы будут нами расширяться и углубляться в творческом содружестве со специалистами других дисциплин.

-15-

Л и т е р а т у р а

1. Гар К.А., Кипиани Р.Я. Изучение с помощью радиоактивных изотопов проникновения и остатков фосфорорганических инсектицидов в растениях. М., 1955
2. Cresman A.W., Broadbent B.M., Munger F., Some factors influencing the effectiveness of parathion against California Red Scale, J.Econ.Entomol., 1953, 46, N16, 1071-1074.
3. Bobb M.L. Parathion residues on peach bark and foliage. J.Econ. Entomol., 1954, 47, N1, 190-193.
4. Фадеев Ю.Н., Поведение фосфорорганических инсектицидов диэтил-4-нитрофенилтиофосфата и диметил-4-нитрофенилтиофосфата в организме теплокровных животных, насекомых и в растениях. Автореф. канд. с.-х. наук, М., 1956
5. Talhouk A.S., Entry and speed of action of liquid parathion in relation to the cuticula composition and exoskeletal features of eurygaster integriceps, Put. Angew.Entomol., 1957, 40, 129.
6. Banks T.E., Tupper R.L.F., Wormall A., The fate of some intravenously injected line compounds, Biochem.J., 1950, 47, 466-472
7. Bugher J.C., Taylor M., Radiophosphorus and radiostrontium in mosquitoes. Preliminary report, Science, 1949, 100, N2949, 146-147.
8. Jenkins D.W., Hassett C.C., Radioisotopes in entomology. J.Econ.Entomol., 1950, 43, N13, 403.

-16-

9. Jenkins D.W., Hassett C.C., Dispersal and flight range of subarctic mosquitoes marked with radiophosphorus. *Canad.J.Zool.*, 1951, 29, N^o3, 178-187.
10. Roth A.R., Hoffman R.A., A new method of tagging insects with P^{32} , *J.Econ.Entomol.*, 1952, 45, N^o6, 1091.
11. Шура-Бура Б.Л., Опыт изучения миграции комнатных мух методом радиоактивных индикаторов, *Зоол. ж.*, 1952, 31, вып.3, 410-412.
12. Ильи́нская Н.Б., Трошин А.С., Маркировка мух и комаров при помощи радиоактивного фосфора, *Зоол. ж.*, 1954, вып.4, 841-847.
113. Жадин В.И., Ильинская Н.Б., Световидов А.Н., Трошин А.С., Задачи и методы маркировки насекомых и рыб радиоактивными изотопами. В кн.: Труды научной сессии, посвященной достижениям и задачам советской биофизики в сельском хозяйстве. М., 1955, 276-283.

-17-

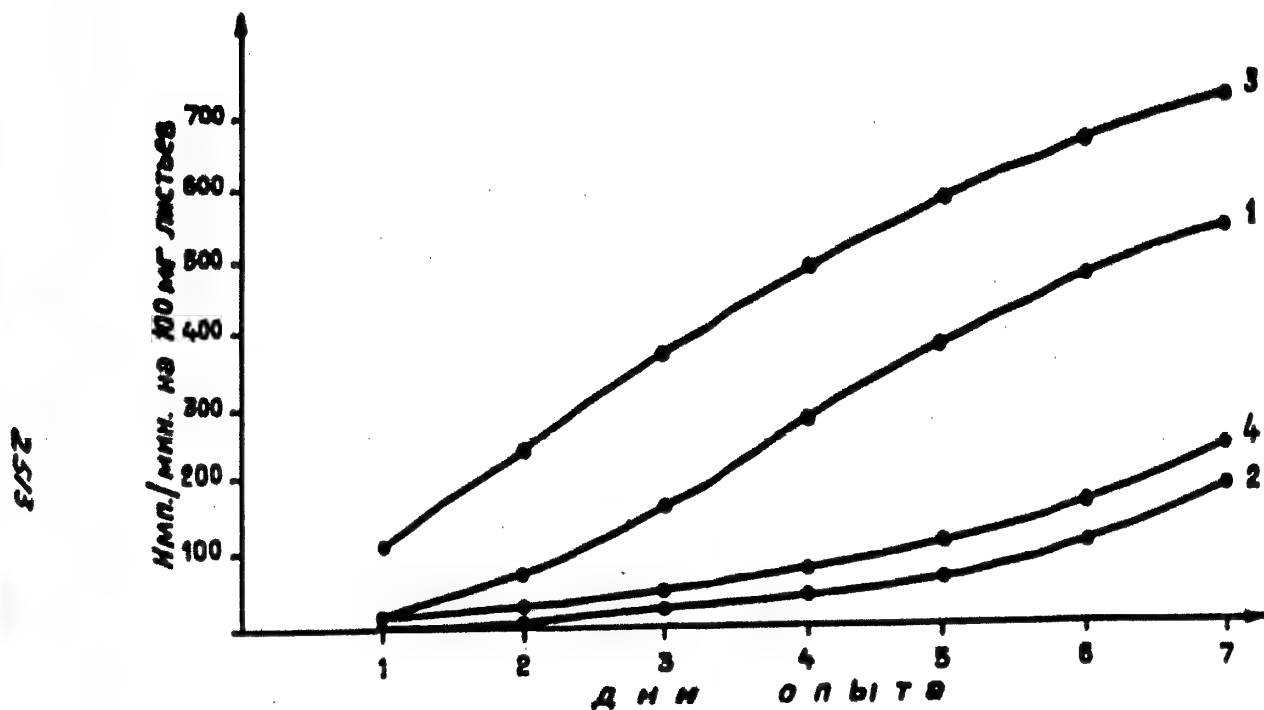


Рис. 1. Поступление инсектицидов в растения хлопчатника через нервную систему. 1- препарат № 1, незатененное растение; 2 - то же, затененное растение; 3- препарат № 2, незатененное растение; 4- то же затененное растение..

-18-



Рис.2. Радиоавтограф растения хлопчатника, снабжавшегося мече-
ным инсектицидом системного действия через корни

-19-



Рис.С. Радиоавтограф стебля и листьев хлопчатника. на нижней
лист нанесен инсектицид, меченный по ^{14}C



Рис.4. Радисавтограф листа огурца. Светлая половина
листа обработана паратионом

-71-

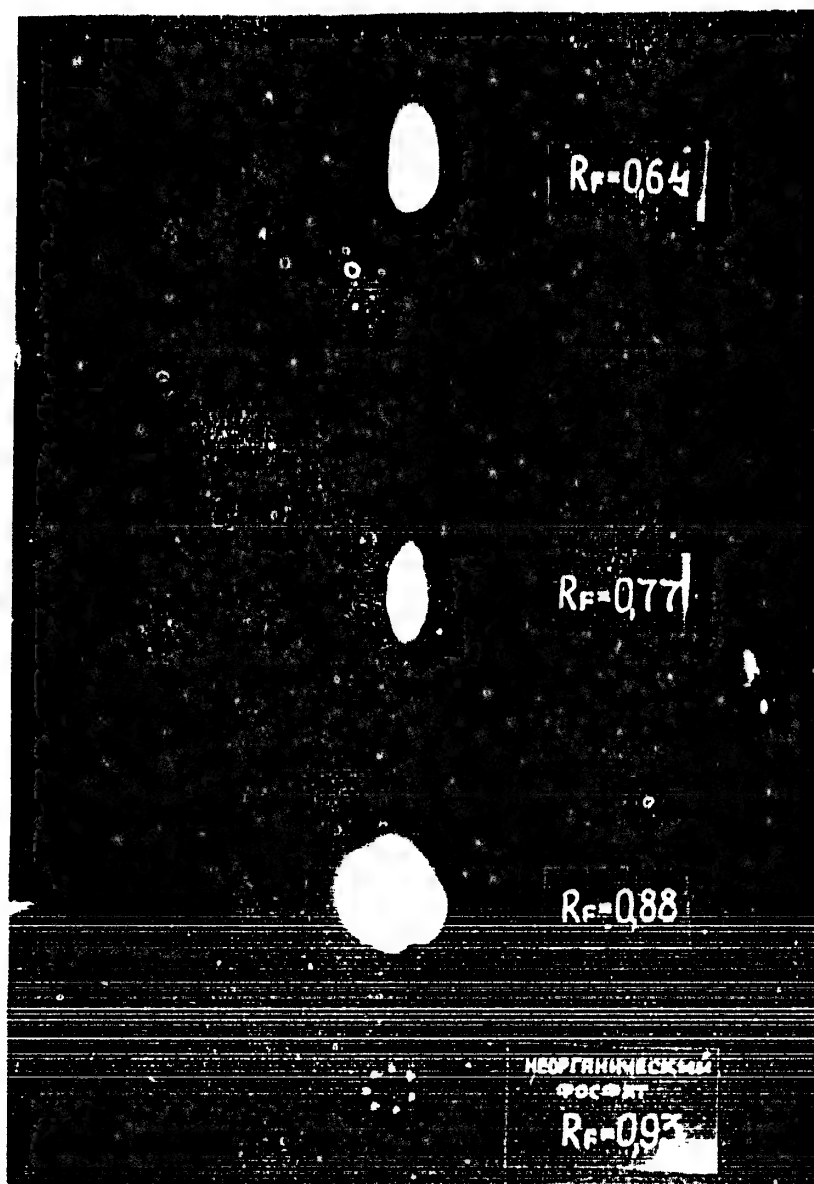


Рис.5. Радиоавтокроматограмма продуктов гидролиза паратиона в листьях пшеницы



Рис. 6. Микроавтордиограф среза мышц саранчи (негативное изображение). Потемнения, наблюдаемые между волокнами мышц, свидетельствуют о проникновении сюда меченого инсектицида

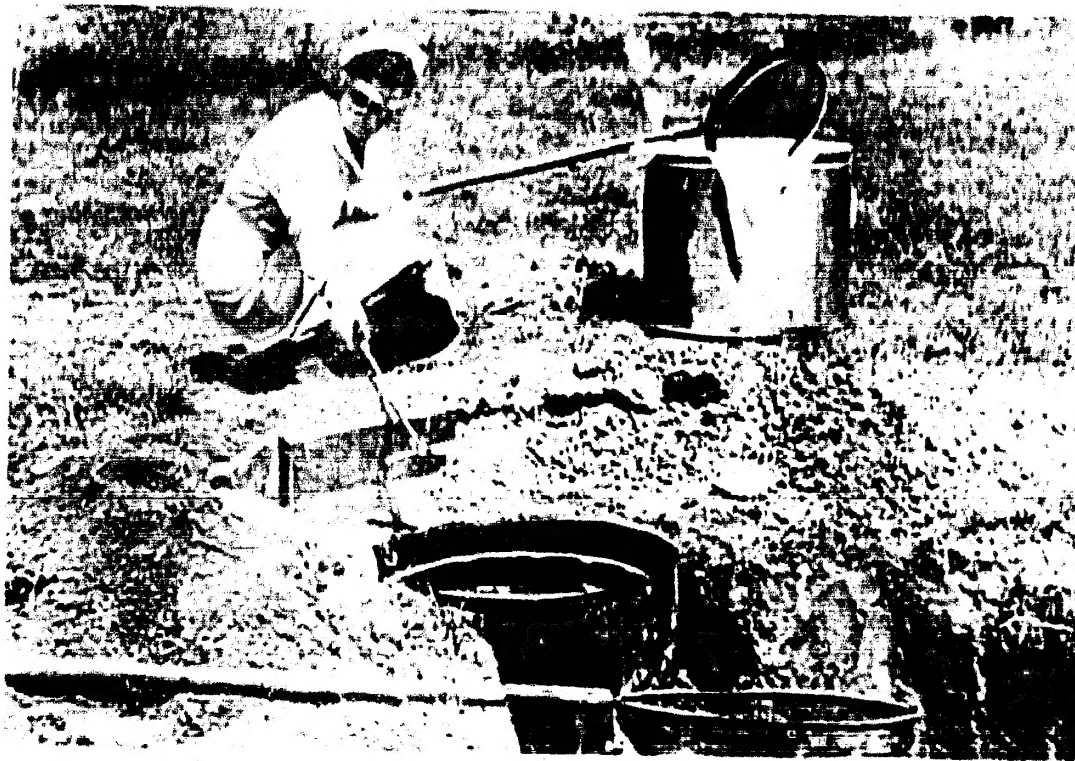


Рис.7. Приготовление рабочего раствора Co^{60} для маркировки насекомых



Рис.8. Обследование полей с целью определения границ распространения маркированных насекомых



Рис.9. Выявление мест резервации меченых насекомых в лесу

-25-

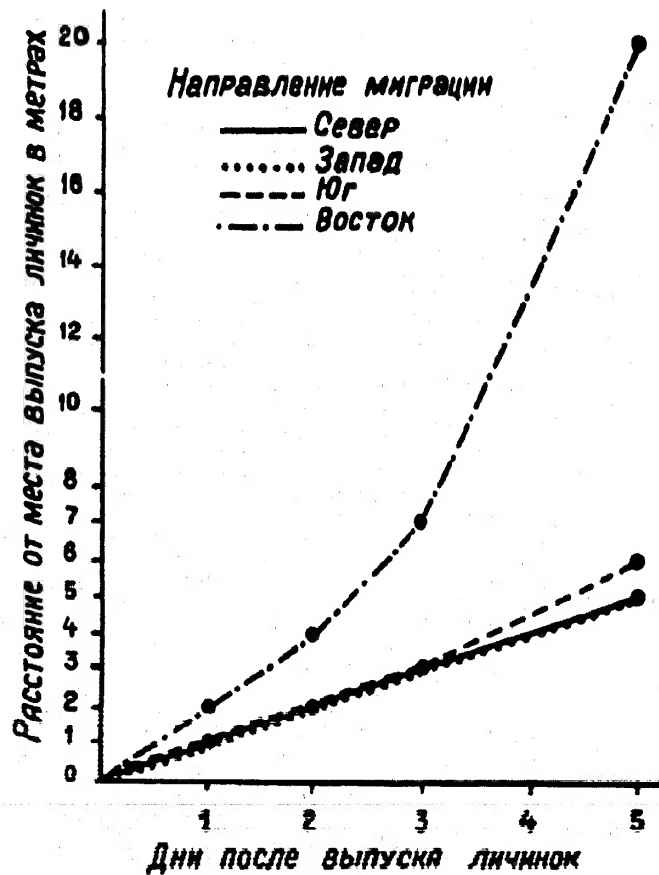


Рис.10. Миграция личинок вредной черепашки IУ возраста в различных направлениях; на восток от места выпуска личинок расположены валки скошенной пшеницы, в остальных направлениях пшеница убрана

-26-

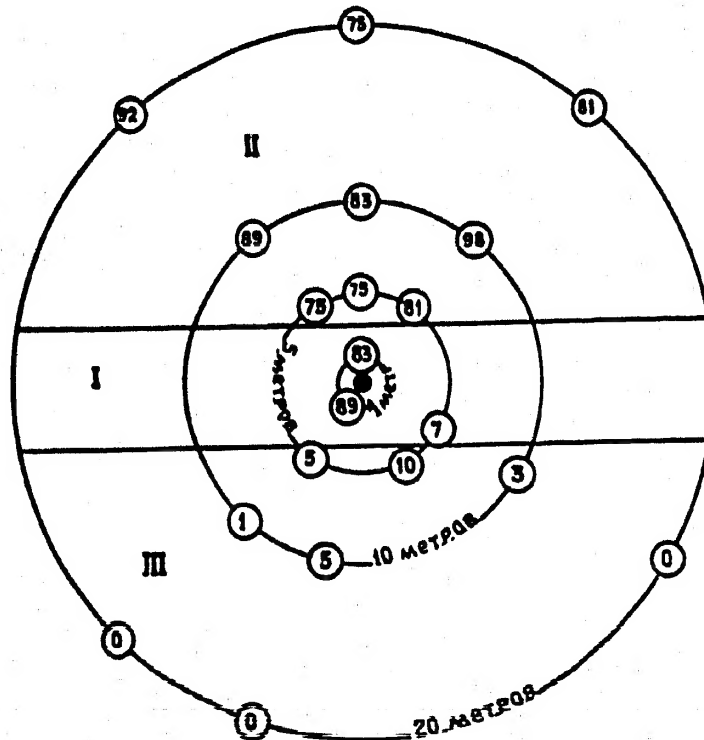


Рис.11. Миграция личинок вредной черепашки, IV, V возрастов в различных направлениях, I - стерильности; II - участок нескошенной пшеницы; III - участок скошенной пшеницы (в валках); в центре - место выпуска меченых личинок. В кружках показано число радиоактивных насекомых, найденных в пробе с 0,25 м²